

#### Список использованных источников

1. Гершкович В. Ф. Динамика изменения параметров отопительной системы при позиционном регулировании // Новости теплоснабжения. 2002. № 11 (27). С. 42-44.
2. Государственный доклад о состоянии энергосбережения в повышении энергетической эффективности в Российской Федерации [Электронный ресурс] URL: <http://gisee.ru/article/stat/57079/> (дата обращения: 10.11.2015).

УДК 697.34

Цукасова А. В., Гредякин Д. Ю., Щербинин К. А.  
Уральский федеральный университет  
[scherbinin.ka@gmail.com](mailto:scherbinin.ka@gmail.com)

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ФАКТИЧЕСКИХ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ПРИ ЗАТОПЛЕНИИ ТЕПЛОПРОВОДОВ КАНАЛЬНОЙ ПРОКЛАДКИ**

**Аннотация.** В работе получены экспериментальные значения удельных линейных тепловых потерь теплопроводов в условиях затопления. Рассчитаны значения эквивалентного коэффициента теплопроводности  $\lambda_э$ , Вт/(м·К) при полном намокании тепловой изоляции. Исследовано время сушки тепловой изоляции после осушения канала.

Передача тепла в системах централизованного теплоснабжения всегда обусловлена потерями энергии в окружающую среду. Величина этих потерь является одним из основных факторов экономичности теплоснабжения потребителей. Предельный уровень потерь при передаче тепловой энергии в сетях нормируется [1] и может быть включен региональной энергетической комиссией в тариф на тепловую энергию для потребителей, тогда как сверхнормативные потери являются прямыми убытками теплоснабжающих организаций.

Оценка величины фактических тепловых потерь в сетях в настоящее время затруднена в связи с низким уровнем «оборудования» абонентов сети, а значения потерь, рассчитанные как разница между измеренным отпуском на источнике и сбытом, зачастую не является показательным из-за заниженных нормативов для населения малоэтажной жилой застройки. Проведенный в [2] анализ программ модернизации тепловых сетей, показывает, что одним из основных факторов, оказывающих значительное влияние на рост потерь, является подтопление теплопроводов водой и как следствие увлажнение кровного теплоизоляционного слоя на трубопроводах.

При разработке программ по реконструкции подтопленных тепловых сетей возникает вопрос оценки потенциала энергосбережения и как следствие экономической эффективности таких мероприятий. В настоящее время данному вопросу не уделяется должного внимания, а предлагаемые в литературе [3, 4] методы учета тепловлажностного режима работы сетей носят приближенный характер.

В связи с актуальностью темы, были проведены экспериментальные исследования величины тепловых потерь для сетей в сухом и затопленном состоянии для наиболее распространенного в России способа прокладки – в непроходных каналах с минераловатной изоляцией, а также измерена длительность сушки тепловой изоляции после осушения канала.

Эксперименты проводились на стенде, сконструированном в соответствии со стандартом ISO 8497 (ГОСТ 32020-2012) [5], по методу защищенных концов [6] на трубопроводе наружным диаметром 89 мм при температуре окружающего воздуха/воды +23 °С. Монтаж тепловой изоляции на трубопровод производился таким же образом, как на тепловых сетях нового строительства одной из теплоснабжающих организаций города Екатеринбурга: один слой минеральной изоляции, покровный слой из стеклопластика, крепление изоляции проволокой по спирали.

Эквивалентный коэффициент теплопроводности теплоизоляции определялся из уравнения:

$$\lambda_{из} = \frac{q_l \cdot \ln(d_{из}/d_{внут})}{(t_{ст} - t_{из}) \cdot 2\pi},$$

где:  $q_l$  – линейный тепловой поток, Вт/м;  $t_{ст}$  – температура стальной трубы, °С;  $t_{из}$  – температура поверхности изоляции, °С; принимались по данным экспериментов.

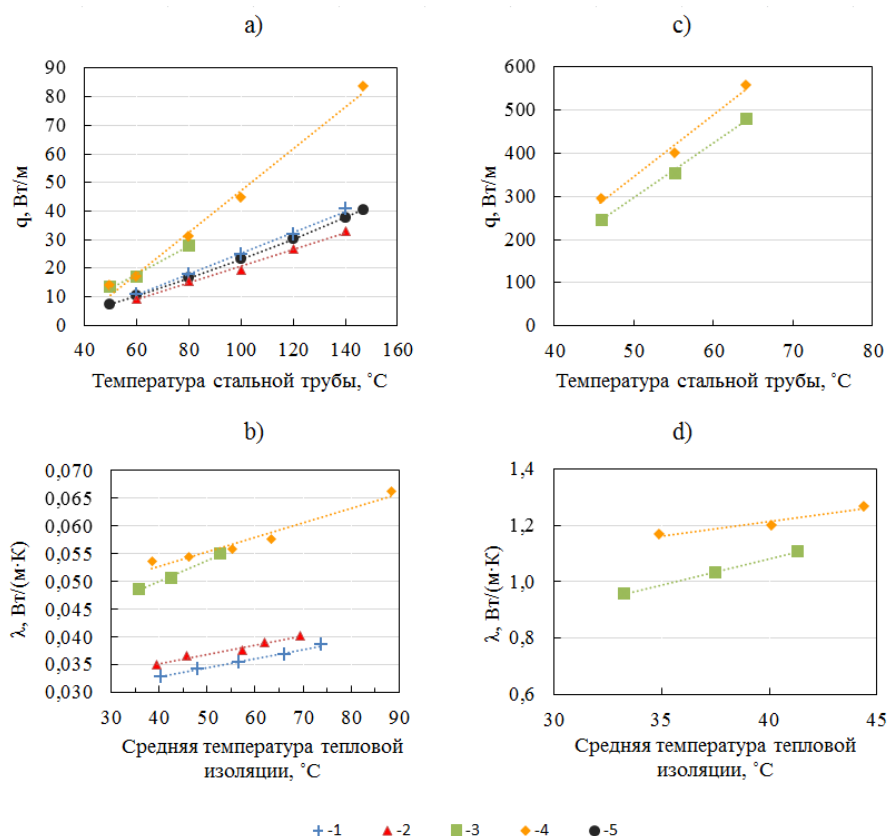


Рис. 1. Результаты измерений удельных тепловых потерь и коэффициента теплопроводности тепловой изоляции труб:

Тепловая изоляция: а, б – в сухом состоянии; с, д – при полном намокании. Испытуемые материалы: 1 – пенополиуретановые скорлупы ( $\delta = 40$  мм); 2 – пенополиминеральная изоляция ( $\delta = 60$  мм); 3 – минеральная вата URSA ( $\delta = 35$  мм); 4 – минеральная вата ISOVER ( $\delta = 28,7$  мм); 5 – нормируемые тепловые потери ( $\lambda_{40} = 0,052$  Вт/(м·К),  $\delta = 84$  мм, климатическая зона г. Екатеринбург)

На рис. 1 приведено сопоставление полученных значений линейных тепловых потерь  $q_l$ , Вт/м и эквивалентного коэффициента теплопроводности  $\lambda_3$ , Вт/(м·К) для двух режимов работы теплопровода. Как видно из рис. 1, а, фактически применяемый способ устройства изоляции не обеспечивает нормируемый уровень тепловых потерь в сухом состоянии, а анализ экспериментальных данных при полном намокании изоляции (рис. 1 с) показывает, что удельные тепловые потери возрастают по отношению к нормативным значениям в  $\approx 25$  раз.

Другим важным эксплуатационным фактором является время восстановления теплоизоляционных свойств после осушения канала. На скорость сушки первостепенное влияние оказывает паропроницаемость покровного слоя, так алюминиевая фольга или рубероид практически полностью препятствуют высыханию изоляции, тогда как время сушки при использовании стеклопластика составляет 66-98 часов (рис. 2.) в зависимости от влажности воздуха в канале.

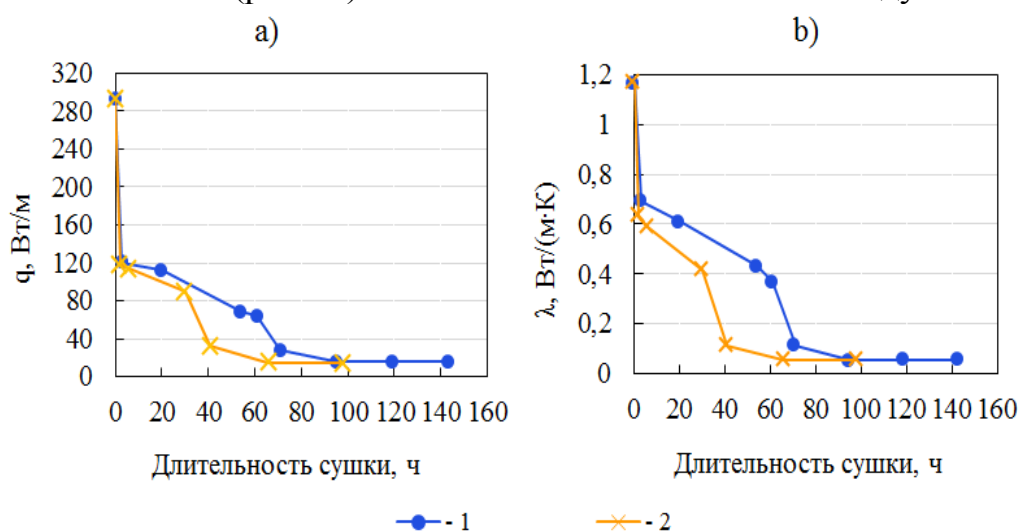


Рис. 2. Результаты измерений длительности сушки минераловатной тепловой изоляции ( $\delta = 28,7$  мм) с покровным слоем из стеклопластика РСТ – 430. Относительная влажность в канале: 1 –  $\phi = 100$  %; 2 –  $\phi = 40$  %.

Таким образом, полученные в настоящей работе экспериментальные данные позволяют оценить фактический потенциал энергосбережения и экономии денежных средств теплоснабжающих организаций для рассмотренной конструкции тепловой сети при затоплении канала водой.

#### Список использованных источников

1. Порядок определения нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, теплоносителя: приказ Министерства энергетики РФ от 30 декабря 2008 г. № 325. <http://base.garant.ru/195152/> [Электронный ресурс]. URL: (дата обращения 10.11.2015).
2. Щербинин К. А. Пути повышения энергетической эффективности программ модернизации тепловых сетей на примере Свердловской области // Энергетика Татарстана. № 3. 2015. С. 32-36.
3. Методические указания по составлению энергетических характеристик для систем транспорта тепловой энергии. СПО ОРГРЭС. РД 153-34.0-20.523-98. Введ. 01.05.1999.
4. Петров-Денисов В. Г., Масленников Л. А. Процессы тепло- и влагообмена в промышленной изоляции. М. : Энергоатомиздат. 1983. 192 с.

5. ГОСТ 32025-2012 (ENISO 8497: 1996) Тепловая изоляция. Метод определения характеристик теплопереноса в цилиндрах заводского изготовления при стационарном тепловом режиме. Введ. 2013-11-01. М. : Изд-во стандартов, 2014. 23 с.

6. Гредякин Д. Ю. Василевский Н. С. Щербинин К. А. Об экспериментальной установке по определению фактических тепловых потерь трубопроводами теплоснабжения // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: сборник материалов Всероссийской студенческой олимпиады, научно-практической конференции с международным участием и выставки работ студентов, аспирантов и молодых ученых 16-19 декабря 2014 года. Екатеринбург: УрФУ, 2014. С. 89-92.

УДК 669.18:669.1.054.85

Чалов Е. О., Картавцев С. В.  
Магнитогорский государственный технический университет  
e\_chalov@mail.ru; kartavzw@mail.ru

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЭР СЖИГАНИЯ УГЛЕЙ**

**Аннотация.** В работе исследованы возможности использования теплоты сгорания угля для нагрева и плавления металлического лома. Разработана математическая модель плавления лома.

Для современной промышленности экономия энергетических и материальных ресурсов становится все более актуальной задачей. Энергосберегающие технологии определяют основное направление научно-технического прогресса в черной металлургии. Значительный объем энергии затрачивается на отрезке до сталеплавильного процесса.

Большие потоки стального металлургического лома переплавляются для нужд сталеплавильных процессов со значительными затратами различных видов энергии и материалов.

В электросталеплавильном производстве на плавление металлического лома тратится 750 кВт·ч/т электроэнергии [1], в кислородно-конвертерном производстве на плавление 1 т лома требуется 3,6 т чугуна и 240 м<sup>3</sup> кислорода. Применение вторичных энергетических ресурсов позволит снизить затраты электроэнергии и материальных ресурсов.

Одним из таких ВЭР является теплота охлаждения золы при сжигании углей. Возможная температура горения угля составляет 1600-1800 °С, что превышает температуру плавления металлического лома (в среднем около 1500 °С). При этом как продукты сгорания, так и несгораемая минеральная часть углей (зола) имеют примерно одинаковую начальную температуру. Полагаем, что температура затвердевания золы лежит ниже 1600 °С.

Одним из возможных направлений использования теплоты остывающей минеральной части углей является использование ее на подогрев и плавление